Physik GK 11, AB 02 – Gleichförmig beschleunigte Bewegung 02 – Lösung 07.09.2020

Aufgabe 1: Ein Triebwagen wird aus dem Stillstand mit $a_0 = 0{,}5\, m\, s^{-2}$ gleichmäßig beschleunigt.

1.1 Berechne, nach welcher Zeit er eine Geschwindigkeit von $v_1 = 80\, km/h$ erreicht.

$$v_1 = v(t_1) = a_0 \cdot t_1 \quad 80\frac{km}{h} = 0{,}5\frac{m}{s^2} \cdot t_1 \quad | \; : 0{,}5\frac{m}{s^2} \quad \Leftrightarrow \quad 22{,}\bar{2}\frac{m}{s} \cdot 2\frac{s^2}{m} = t_1 \quad \Leftrightarrow \quad \mathbf{44{,}\bar{4}\, s = t_1}$$

A: Nach 44,4 s wird die Geschwindigkeit von 80 km/h erreicht.

1.2 Berechne die zurückgelegte Strecke bis zu diesem Zeitpunkt.

$$\boldsymbol{s(t_1)} = \frac{1}{2} a_0 t_1^2 = \frac{1}{2} 0{,}5\frac{m}{s^2} \cdot (44{,}\bar{4}\, s)^2 = \frac{1}{4}\frac{m}{s^2} \cdot 1975{,}31\, s^2 = \mathbf{493{,}83\, m}$$

Aufgabe 2: Die Relativitätstheorie zeigt, dass kein Körper mit einer Ruhemasse die Lichtgeschwindigkeit erreichen kann. In dieser Aufgabe ignorieren wir diese Erkenntnis und berechnen die Bewegungen rein klassisch.

2.1 Berechne die Zeit, die ein Raumschiff mit konstant $a_0 = 10\, m\, s^{-2}$ (das ist etwa 1 g) beschleunigen müsste, um die Lichtgeschwindigkeit von $c = 2{,}998 \cdot 10^8\, m\, s^{-1}$ zu erreichen?

$$v_1 = v(t_1) = a_0 \cdot t_1$$

$$2{,}998 \cdot 10^8 \frac{m}{s} = 10\frac{m}{s^2} \cdot t_1 \quad | \; : 10\frac{m}{s^2} \quad \Leftrightarrow \quad \mathbf{2{,}998 \cdot 10^7\, s = t_1} = \frac{2{,}998 \cdot 10^7 \cdot 1}{365{,}25 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} a = 0{,}95\, a$$

A: Nach weniger als einem Jahr (11 Monate, 12 Tage) würde die Lichtgeschwindigkeit erreicht werden.

2.2 Berechne die zurückgelegte Strecke in dieser Zeit.

$$\boldsymbol{s(t_1)} = \frac{1}{2} a_0 t_1^2 = \frac{1}{2} 10\frac{m}{s^2} \cdot (2{,}998 \cdot 10^7\, s)^2 = 5\frac{m}{s^2} \cdot 9{,}988 \cdot 10^{14}\, s^2 = 4{,}494 \cdot 10^{15}\, m = 4{,}494 \cdot 10^{12}\, km = 0{,}475\, ly$$

A: Das Raumschiff würde 4,5 Billionen Kilometer zurückgelegt haben, was etwa ein halbes Lichtjahr ist.

Aufgabe 3: Der Pfeil einer Armbrust wird längs einer Strecke von $\Delta s = 32\, cm$ beschleunigt und verlässt die Armbrust mit der Geschwindigkeit $v = 70\, m/s.$ Die Beschleunigung a_0 wird zur Vereinfachung als konstant angenommen.

3.1 Berechne die Beschleunigung a_0.

$$s = \frac{1}{2} a\, t^2 \; \Leftrightarrow \; \frac{2\, s}{a} = t^2 \; \Leftrightarrow \; \sqrt{\frac{2\, s}{a}} = t$$ Einsetzen in

$$v = a \cdot t \Leftrightarrow a = \frac{v}{t} = \frac{v}{\sqrt{\frac{2\, s}{a}}} \; \Rightarrow \; a^2 = \frac{v^2}{\frac{2\, s}{a}} \; \Leftrightarrow \; a^2 = \frac{a\, v^2}{2s} \; \Leftrightarrow \; \boldsymbol{a} = \frac{v^2}{2s} = \frac{\left(70\frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 0{,}32\, m} = \frac{4900\frac{m^2}{s^2}}{0{,}64\, m} = \mathbf{7656{,}25\frac{m}{s^2}}$$

A: Die Beschleunigung beträgt 7656,23 m/s². Das entspricht dem 780-fachen der Erdbeschleunigung.

<u>3.2</u> Berechne die Zeitspanne Δt, in welcher der Pfeil beschleunigt wurde.

$$v = a \cdot t \Leftrightarrow \boldsymbol{t} = \frac{v}{a} = \frac{70\frac{m}{s}}{7656{,}25\frac{m}{s^2}} = \frac{8}{875}s = \boldsymbol{9{,}14 \cdot 10^{-3}s.}$$

A: Der Pfeil wurde in 9,14 ms beschleunigt.

<u>Aufgabe 4:</u> Zwei Autos starten mit der Geschwindigkeit null und beschleunigen gleichmäßig. Dabei fahren Sie aus $\Delta s = 1\,km$ Abstand aufeinander zu. Wagen 1 beschleunigt mit $a_1 = 4\,m s^{-2}$, Wagen 2 mit $a_2 = 3\,m s^{-2}$. Berechne Zeit und Ort des Zusammenpralls.

Zwei Bewegungsgleichungen. Da sie aufeinander zufahren, muss eine Beschleunigung negativ sein. Welche ist egal, das hängt von der Wahl des Bezugssystems ab. Hier nehmen wir den Start von Wagen 1 als Ursprung. Wagen 2 befindet sich dann zum Start an Ort $s_0 = \Delta s = 1\,km$.

$$s_1(t) = \frac{1}{2} a_1 t^2 \qquad s_2(t) = -\frac{1}{2} a_2 t^2 + s_0$$

Zum Unfallzeitpunkt t_U befinden sich beide am Ort s_U.

$$s_U = \frac{1}{2} a_1 t_U^2$$

$$s_U = -\frac{1}{2} a_2 t_U^2 + s_0 \quad \text{Gleichsetzen:} \quad \frac{1}{2} a_1 t_U^2 = -\frac{1}{2} a_2 t_U^2 + s_0 \quad \left| + \frac{1}{2} a_2 t_U^2 - s_0 \right.$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}(a_1 + a_2) t_U^2 = s_0 \quad \left| \cdot \frac{2}{a_1 + a_2} \right.$$

$$\Leftrightarrow t_U^2 = \frac{2 s_0}{a_1 + a_2} \quad \left| \sqrt{} \right. \quad \text{negative Zeit ist unplausibel, also}$$

$$\Leftrightarrow \boldsymbol{t_U} = \sqrt{\frac{2 s_0}{a_1 + a_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1\,km}{4\frac{m}{s^2} + 3\frac{m}{s^2}}} = \sqrt{\frac{2000\,m}{7\frac{m}{s^2}}} = \sqrt{\frac{2000}{7} s^2} = \boldsymbol{16{,}90\,s}$$

$$\boldsymbol{s_U} = s_1(t_U) = \frac{1}{2} \cdot 4\frac{m}{s^2} \cdot (16{,}90\,s)^2 = \frac{4000}{7} m = \boldsymbol{571{,}43\,m}$$

A: Nach 16,90 s und 571,43 m vom Startpunkt des ersten Wagens entfernt treffen die beiden Fahrzeuge aufeinander.

Physik GK 11, AB 02 – Gleichförmig beschleunigte Bewegung 02 – Lösung 07.09.2020

<u>Aufgabe 5:</u> Ein Flugzeug startet. Nach einer Rollstrecke von $\Delta s = 2{,}4\,km$ hebt es mit einer Geschwindigkeit von $v_1 = 340\,km/h$ ab (Annahme: Beschleunigung $a_0 = konstant$)

<u>5.1</u> Berechne die Zeitspanne Δt, in der das Flugzeug beim Startvorgang rollt.

$$v(t) = a \cdot t \;\Rightarrow\; \Delta t = \frac{\Delta v}{a}$$

$$s(t) = \frac{1}{2} a t^2 \;\Rightarrow\; a = \frac{2\Delta s}{\Delta t^2}$$ Einsetzen in erste Gleichung: $$\Delta t = \frac{\Delta v}{\frac{2\Delta s}{\Delta t^2}} \quad |\; T$$

$$\Leftrightarrow\; \Delta t = \Delta v \cdot \frac{\Delta t^2}{2\Delta s} \quad |\; : \Delta t : \Delta v \cdot 2\Delta s$$

$$\Leftrightarrow\; \frac{2\Delta s}{\Delta v} = \Delta t$$

$$\Rightarrow\; \mathbf{\Delta t} = \frac{2 \cdot 2{,}4\,km}{340\,km\,h^{-1}} = \frac{4{,}8}{340} h = 0{,}01412\,h = \mathbf{50{,}8235\,s}$$

A: Das Flugzeug hebt nach rund 51 s ab.

<u>5.2</u> Berechne a_0.

$$\mathbf{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(340:3{,}6)\frac{m}{s}}{50{,}8235\,s} = \mathbf{1{,}8583\,\frac{m}{s^2}}$$

A: Die Beschleunigung beträgt 1,86 m s^{-2}.

Beim Landeanflug setzt es mit der Geschwindigkeit $v_2 = 270\,km/h$ auf der Landebahn auf. Die anschließende Bremsphase dauert $\Delta t_2 = 18\,s$, danach ist die Geschwindigkeit auf $v_2 = 30\,km/h$ gesunken.

<u>5.3</u> Berechne die Verzögerung, die das Flugzeug erfahren hat.

$$\mathbf{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{30\,km\,h^{-1} - 270\,km\,h^{-1}}{18\,s} = \frac{(-240):3{,}6\,\frac{m}{s}}{18\,s} = \mathbf{-3{,}7037\,\frac{m}{s^2}}$$

A: Das Flugzeug verzögert mit -3,70 m s^{-2}.

<u>5.4</u> Berechne die Länge der Bremsstrecke.

$$\mathbf{\Delta s} = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 \cdot t = \frac{1}{2} \cdot (-3{,}7037)\,m\,s^{-2} \cdot (18\,s)^2 + (270:3{,}6)\frac{m}{s} \cdot 18\,s = -600\,m + 1350\,m = \mathbf{750\,m}$$

A: Der Bremsweg beträgt 750 m.

Physik GK 11, AB 02 – Gleichförmig beschleunigte Bewegung 02 – Lösung **07.09.2020**

<u>**Aufgabe 6:**</u> Ein Zug fährt verlässt den Bahnhof gleichmäßig beschleunigt und erreicht nach $\Delta t = 30\,s$ die Geschwindigkeit $v_1 = 80\,km/h.$ Anschließend durchfährt er den Ortsbereich mit gleich bleibender Geschwindigkeit, wozu er weitere 3 Minuten benötigt, und erhöht dann innerhalb der nächsten $\Delta t_2 = 30\,s$ seine Geschwindigkeit bei konstanter Beschleunigung auf $v_2 = 150\,km/h.$

<u>**6.1**</u> Berechne die Beschleunigung während der Anfahrtsphase des Zuges.

$$v(t) = a \cdot t \quad \Leftrightarrow \quad \boldsymbol{a_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t_1} = \frac{80\,km\,h^{-1}}{30\,s} = \frac{22,\overline{2}\frac{m}{s}}{30\,s} = \frac{20}{27}\frac{m}{s^2} = \mathbf{0{,}74}\,\boldsymbol{\frac{m}{s^2}}$$

A: Die Beschleunigung betrug 0,74 m/s².

<u>**6.2**</u> Berechne die Strecke, die der Zug in dieser ersten Beschleunigungsphase zurücklegt.

$$\boldsymbol{s_1(30\,s)} = \frac{1}{2} \cdot \frac{20}{27}\frac{m}{s^2} \cdot (30\,s)^2 = \frac{10}{27}\frac{m}{s^2} \cdot 900\,s^2 = \frac{1000}{3}\,m = \mathbf{333,\overline{3}}\,\boldsymbol{m}$$

A: Der Zug legte 333,3 m zurück.

<u>**6.3**</u> Berechne die Entfernung, die der Zug bei Erreichen des Ortsrandes zurückgelegt hat.

Die Durchfahrt ist eine geradlinige gleichförmige Bewegung mit $v_1 = 80\,km/h.$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t_1} \quad \Leftrightarrow \quad \Delta s = v \cdot \Delta t = 80\,km/h \cdot 3\,min = \frac{200}{9}\frac{m}{s} \cdot 180\,s = 4000\,m$$

Gesamtstrecke $\boldsymbol{s_G = s(30\,s) + 4000\,m = 4333,\overline{3}\,m}$

A: Der Zug hat 4333 m zurückgelegt.

<u>**6.4**</u> Berechne die Beschleunigung während der anschließenden zweiten Beschleunigungsphase.

$$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = \frac{150\,km/h - 80\,km/h}{30\,s} = \frac{70\,km/h}{30\,s} = \frac{\frac{175}{9}\frac{m}{s}}{30\,s} = \mathbf{0{,}6481}\,\boldsymbol{\frac{m}{s^2}}$$

A: Der Zug beschleunigt mit 0,65 m/s².

<u>**6.5**</u> Berechne die zurückgelegte Gesamtstrecke nach Erreichen der Geschwindigkeit von 150 km/h.

$$s_{ges} = s_2(30\,s) + v_1 \cdot t + s_0 = \frac{1}{2} a_2 t_2^2 + s_0 = \frac{1}{2} 0{,}65\frac{m}{s^2} \cdot (30\,s)^2 + (80:3{,}6)\frac{m}{s} \cdot 30\,s + 4333{,}3\,m$$

$$= 291,\overline{6}\,m + 666,\overline{6} + 4333,\overline{3}\,m = \mathbf{5291{,}67}\,\boldsymbol{m}$$

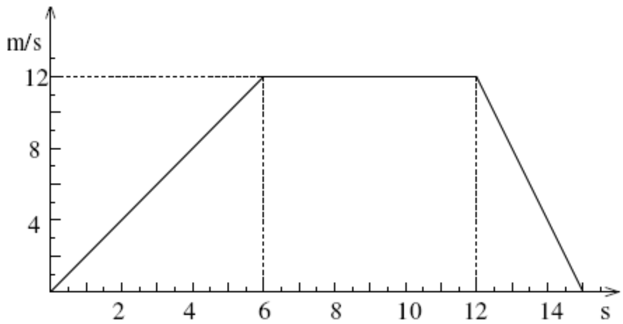
A: Der Zug hat insgesamt fast 5,3 km zurückgelegt.

<u>**6.6**</u> Berechne die mittlere Geschwindigkeit des Zuges zu diesem Zeitpunkt seit Beginn der Fahrt.

Die Gesamtzeit beträgt $\Delta t_{ges}=30\,s+180\,s+30\,s=240\,s$

Die Durchschnittsgeschwindigkeit beträgt $v_D=\frac{\Delta s_{ges}}{\Delta t_{ges}}=\frac{4625\,m}{240\,s}=\mathbf{19{,}2708\bar{3}\,\frac{m}{s}}=69{,}374\,\frac{km}{h}$.

<u>**Aufgabe 7:**</u> Die Abbildung zeigt ein v-t-Diagramm der Bewegung eines Körpers.



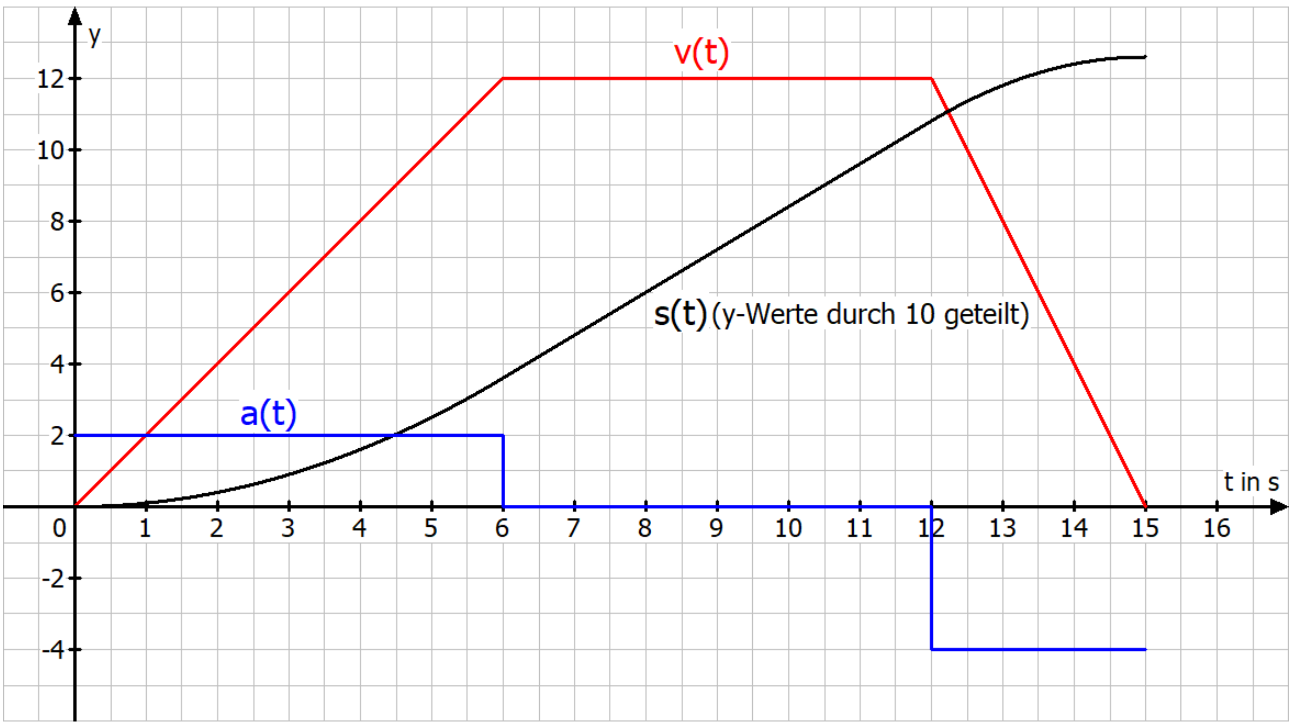
<u>**7,1**</u> Beschreibe den Bewegungsverlauf.

Von 0 bis zum Zeitpunkt $t_1=6\,s$ *steigt die Geschwindigkeit linear. Danach bleibt sie bis* $t_2=12\,s$ *konstant auf* $12\,m\,s^{-1}$. *Innerhalb von* $\Delta t_3=3\,s$ *sinkt sie dann wieder auf* $0\,m\,s^{-1}$.

Der Körper beschleunigt in den ersten 6 Sekunden also zunächst gleichmäßig, um sich dann die nächsten 6 Sekunden mit konstanter Geschwindigkeit weiter zu bewegen. Schließlich wird der Körper innerhalb von 3 Sekunden gleichmäßig abgebremst, bis er wieder in Ruhe ist.

<u>**7,2**</u> Zeichne das zugehörige s-t-Diagramm.

<u>**7,3**</u> Zeichne das zugehörige a-t-Diagramm.



__7,4__ Denke dir eine plausible Bewegungsgeschichte zu diesem Bewegungsverlauf aus.

Ein 110m-Hürdenläufer beschleunigt nach dem Start, bis er nach 6 s seine Höchstgeschwindigkeit von 12 m/s erreicht. Die nächsten 6 s kann er seine Geschwindigkeit halten. Nach dem Ziel läuft er 3 s aus, bis er wieder auf steht.

__7,5__ Wie weit war der Körper 6 Sekunden, 12 Sekunden und 15 Sekunden nach Bewegungsbeginn von seinem Ursprungsort entfernt?

1. Bewegungsphase 0-6 s: gleichmäßig beschleunigt mit $s_1(0)=0m$ als Startpunkt.

$$s_1(t)=\frac{1}{2}a_1 t^2$$

$$a_1=\frac{\Delta v_1}{\Delta t_1}=\frac{12ms^{-1}-0ms^{-1}}{6s-0s}=2\frac{m}{s^2}$$

$$\mathbf{s_1(6s)}=\frac{1}{2}a_1 t^2=\frac{1}{2}\cdot 2\frac{m}{s^2}\cdot(6s)^2=\mathbf{36\,m}$$

2. Bewegungsphase 6-12 s: gleichförmige Bewegung mit $v_0=12ms^{-1}=konst.$ ohne Beschleunigung mit $s_2(0s)=s_1(6s)$ als Startpunkt.

$$s_2(t)=v_0\cdot t+s_1(6s)$$

Es ist einfacher, die Zeit und den Ort hier wieder bei 0 beginnen zu lassen. 12 s nach Start sind also 6 s für Bewegung 1 und 6 s für Bewegung 2.

$$\mathbf{s_2(6s)}=12\frac{m}{s}\cdot 6s+36m=72m+36m=\mathbf{108\,m}$$

3. Bewegungsphase 12-15s: gleichmäßig beschleunigt mit negativer Beschleunigung mit $s_3(0m)=s_2(6s)$ als Startpunkt.

$$s_3(t)=\frac{1}{2}a_2 t^2+s_2(6s) \quad \text{mit} \quad a_2<0$$

Zeit und den Ort hier wieder bei 0 beginnen lassen. 15 s nach Start sind also 6 s für Bewegung 1 und 6 s für Bewegung 2 und 3 s für Bewegung 3.

$$a_2=\frac{\Delta v_3}{\Delta t_3}=\frac{0ms^{-1}-12ms^{-1}}{3s-0s}=-4\frac{m}{s^2}$$

$$\mathbf{s_3}(3s)=\frac{1}{2}(-4)\frac{m}{s^2}(3s)^2+108m=18m+108m=\mathbf{126\,m}$$

A: Nach 6 s hat der Körper 36 m, nach 12 s hat er 108 m und nach 15 s hat er 126 m zurückgelegt.

<u>Aufgabe 8:</u> Eine Gewehrkugel trifft mit der Geschwindigkeit $v_0=600\,m/s$ auf einen Baumstamm und dringt $\Delta s=2\,cm$ tief in das Holz ein, bis sie stecken bleibt.

<u>8,1</u> Berechne die Bremszeit Δt_1 und die Bremsverzögerung a_0.

$$\Delta s=\frac{1}{2}a(\Delta t)^2 \quad : \quad \Delta v=a\cdot\Delta t \Leftrightarrow a=\frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ Einsetzen } \Delta s=\frac{1}{2}\frac{\Delta v_0}{\Delta t_1}(\Delta t_1)^2=\frac{1}{2}\Delta v_0\Delta t_1$$

$$\Leftrightarrow \boldsymbol{\Delta t_1}=\frac{2\Delta s}{\Delta v_0}=\frac{2\cdot 0{,}02\,m}{600\frac{m}{s}}=\frac{4}{100\cdot 600}s=-\frac{1}{15.000}s=6{,}67\cdot 10^{-5}s=\mathbf{66{,}7\,\mu s}$$

$$\boldsymbol{a_0}=\frac{\Delta v_0}{\Delta t_1}=\frac{600\,m\,s^{-1}}{15000^{-1}s}=\mathbf{9.000.000\frac{m}{s^2}}$$

A: Die Kugel wird innerhalb von 67 μs gebremst. Das geschieht mit einer Beschleunigung von 9.000.000 ms^{-2}, was in etwa der 917-fachen Erdbeschleunigung entspricht.

<u>8,2</u> Berechne die Durchschnittsgeschwindigkeit $\bar{v}$ der Kugel im Holz.

$$\bar{v}=\frac{\Delta s}{\Delta t_1}=\frac{0{,}02\,m}{15000^{-1}s}=\mathbf{300\frac{m}{s}}$$

A: Die Durchschnittsgeschwindigkeit beträgt 300 ms^{-1}.

<u>8,3</u> Berechne die benötigte Zeitspanne Δt_2, nach welcher die Kugel 1 cm tief in das Holz eingedrungen ist.

$$\Delta s=\frac{1}{2}a(\Delta t)^2+v_0\cdot\Delta t \Leftrightarrow \frac{1}{2}a(\Delta t)^2+v_0\cdot\Delta t-\Delta s=0 \quad | \cdot\frac{2}{a}$$

$$\Leftrightarrow (\Delta t)^2+\frac{2v_0}{a}\cdot\Delta t-\frac{2\Delta s}{a}=0 \text{ Anwenden p-q-Formel:}$$

$$\Delta t_{1/2}=-\frac{v_0}{a}\pm\sqrt{\left(\frac{v_0}{a}\right)^2+\frac{2\Delta s}{a}}=\frac{-600\,m\,s^{-1}}{-9000000\,m\,s^{-2}}\pm\sqrt{\frac{(600\,ms^{-1})^2}{(-9000000\,ms^{-2})^2}+\frac{2\cdot 0{,}01m}{-9000000\,m\,s^{-2}}}$$

$$=\frac{1}{15000}s\pm\sqrt{4{,}44\cdot 10^{-9}s^2-2{,}22\cdot 10^{-9}s^2}=\frac{1}{15000}s\pm\sqrt{2{,}22\cdot 10^{-9}s^2}=\frac{1}{15000}\pm 4{,}7140\cdot 10^{-5}s$$

$$\boldsymbol{t_1}=\frac{1}{15000}s-4{,}7140\cdot 10^{-5}=\mathbf{1{,}9226\cdot 10^{-5}s}$$

$$t_2=\frac{1}{15000}s+4{,}7140\cdot 10^{-5}=\mathbf{1{,}1381\cdot 10^{-4}s}$$

Die zweite Zeit ist physikalisch unplausibel, denn das ist deutlich nach dem Stillstand $(6{,}67\cdot 10^{-5}s)$.

A: Die Kugel benötigt 19 Mikrosekunden, um 1 cm tief in das Holz einzudringen.

<u>Aufgabe 9:</u> 40 m vor einem Hindernis beginnen die Bremsen eines Pkw mit $a_0=-4\,m/s.$ zu greifen. Die Geschwindigkeit des Wagens beträgt zu diesem Zeitpunkt $v_0=25\,m/s.$

<u>9,1</u> Berechne die Zeitdauer des Bremsvorgangs bis zum Stillstand ohne Berücksichtigung des Hindernisses.

$$\Delta v=a\cdot\Delta t \;\Leftrightarrow\; \boldsymbol{\Delta t}=\frac{\Delta v}{a}=\frac{0-25\,m\,s^{-1}}{-4\,m\,s^{-2}}=\frac{25}{4}\,s=\mathbf{6{,}25\,s}$$

A: Das Bremsen dauert 6,25 s.

<u>9,2</u> Berechne den zugehörigen Bremsweg. Was bedeutet das Ergebnis?

$$\boldsymbol{\Delta s}=\frac{1}{2}a(\Delta t)^2+v_0\cdot\Delta t=\frac{1}{2}\cdot(-4)\frac{m}{s^2}\cdot(6{,}25\,s)^2+25\frac{m}{s}\cdot 6{,}25\,s=-78{,}125\,m+156{,}25=\mathbf{78.125\,m}$$

A: Der Bremsweg beträgt mehr als 78 m. Das ist nicht gut.

<u>9,3</u> Berechne den Zeitpunkt des Aufpralls und die Geschwindigkeit,die der Wagen dann hat.

$$\Delta s=\frac{1}{2}a(\Delta t)^2+v_0\cdot\Delta t \;\Leftrightarrow\; \frac{1}{2}a(\Delta t)^2+v_0\cdot\Delta t-\Delta s=0 \quad \Big|\cdot\frac{2}{a}$$

$\Leftrightarrow\; (\Delta t)^2+\frac{2\,v_0}{a}\cdot\Delta t-\frac{2\,\Delta s}{a}=0$ Anwenden p-q-Formel:

$$\Delta t_{1/2}=-\frac{v_0}{a}\pm\sqrt{\left(\frac{v_0}{a}\right)^2+\frac{2\,\Delta s}{a}}=\frac{-25\,m\,s^{-1}}{-4\,m\,s^{-2}}\pm\sqrt{\frac{(25\,ms^{-1})^2}{(-4\,ms^{-2})^2}+\frac{2\cdot 40\,m}{-4\,m\,s^{-2}}}=\frac{25}{4}\,s\pm\sqrt{\frac{625}{16}\,s^2-\frac{80}{4}\,s^2}$$

$$=\frac{25}{4}\,s\pm\sqrt{\frac{625}{16}\,s^2-\frac{320}{16}\,s^2}=\frac{25}{4}\,s\pm\sqrt{\frac{305}{16}\,s^2}=\frac{25\pm\sqrt{305}}{4}\,s$$

$$\boldsymbol{t_1}=\frac{25-\sqrt{305}}{4}\,s\approx\mathbf{1{,}8839\,s}$$

$$t_2=\frac{25+\sqrt{305}}{4}\,s\approx 10{,}6161\,s$$

Die zweite Zeit ist physikalisch unplausibel, denn das ist deutlich nach dem Stillstand (6,25 s).

$$\boldsymbol{v}=a\cdot t_1+v_0=-4\,ms^{-2}\cdot 1{,}8839\,s+25\frac{m}{s}=-(25-\sqrt{305})\frac{m}{s}+25\frac{m}{s}=\sqrt{305}\frac{m}{s}\approx\mathbf{17{,}4642\,\frac{m}{s}}$$

A: Nach 1,88 s prallt der Wagen mit einer Geschwindigkeit von 62, 87 km/h auf das Hindernis.